



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

Sistema integral de residuos sólidos urbanos para el centro histórico de Cuernavaca, Morelos, México

Ivonne Yazmín Arce García, María del Carmen Torres Salazar, José Gerardo Vera Dimas, Hugo Albeiro Saldarriaga Noreña, Viridiana Aydee León Hernández, Jesús del Carmen Peralta Abarca

**Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Cuernavaca, México**

Resumen

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) está relacionada con el consumo de bienes y servicios, y este a su vez, con el ingreso y los niveles de vida de la comunidad que se estudia, por lo tanto, la generación de los residuos será distinta entre cada región. Si bien, se han realizado esfuerzos que integran la regulación jurídica, el ecodiseño de productos, la inclusión de nuevos materiales, la instalación de infraestructura y la disposición de sitios, así como aportes significativos de la ciencia y la participación de la sociedad civil y empresarial, la realidad muestra que el manejo adecuado de los residuos sigue siendo una asignatura pendiente. Tal es el caso de México, en donde se desechan diariamente 102,895 ton de RSU, donde el 46.42% son orgánicos, 31.56% inorgánicos y el 22.02% restante son misceláneos (residuos que no tienen un valor económico y material en el mercado productivo), es decir, que el 77.98% puede ser aprovechado. No obstante, solo se logra recuperar el 9% de estos, y es a través del sector informal (recolectores/pepenadores), y solo residuos inorgánicos. En el mejor de los casos la totalidad de los residuos son depositados en los rellenos sanitarios, pero saturan su capacidad operativa y perpetúan que el manejo de los RSU siga una cadena lineal inadecuada, que promueve escenarios de contaminación en el aire, suelo, agua, afecta a diversos ecosistemas, suscita la extracción de recursos naturales, se incrementan los costos operativos para su manejo, se da la proliferación de fauna y vectores que ponen en riesgo a la salud de la población. Aun estando conscientes de la situación, sigue existiendo una desarticulación de acciones que favorezcan la recuperación y valorización de los residuos a través de la integración de los generadores. Por ello, el objetivo de esta investigación es diseñar un sistema integral de RSU considerando como ejes de acción: la educación ambiental, las tecnologías limpias, la optimización de procesos, la logística de recuperación y valorización, y la generación

de redes de coparticipación. Se ha elegido al Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, México, como sitio de estudio, por su relevancia social, ambiental y económica, y por el número considerable de personas que interactúan en el lugar, además de que cuenta con dos características adicionales que permiten el poder ser intervenido: la declaratoria de Ecozona (2015), y las condiciones de su sistema de recolección que se pueden optimizar. Actualmente se está trabajando sobre la primera área del proyecto, que consiste en el acercamiento con las unidades económicas (UE), la identificación de hábitos de consumo/desecho, posibles colaboradores, reconocimiento de impactos, caracterización de los RSU, y en el diseño del prototipo de triturador, este último va encaminado hacia el manejo adecuado de los residuos orgánicos, a través de la evaluación de tres sistemas de compostaje. La meta final del proyecto es pilotarlo en el sitio de estudio, y a partir de los resultados establecer un sistema que pueda ser adaptado a otros escenarios, otros sitios históricos, por ejemplo.

Palabras clave: sistema integral de RSU; RSU; generadores

Abstract

The generation of solid waste (MSW) is related with the consumption, the income and living standards of the community being studied. The waste generation will be different between regions. There are efforts of legal regulation, eco-design of products, the inclusion of new materials, the installation of infrastructure and the arrangement of sites, as well as significant contributions from science and the participation of civil and business society, but, reality shows that proper waste management is still a pending issue. Such is the case in Mexico, where 102,895 tons of MSW are discarded daily. where 46.42% are organic, 31.56% inorganic and the remaining 22.02% are miscellaneous (waste that hasn't economic and material value in the productive market). That is 77.98% can be exploited, but, only it's recuperated 9%, between informal sector (pickers). These are to inorganic waste. At best, all waste is deposited in landfills, saturating your operational capacity, perpetuating the management of MSW following an inadequate linear chain. that promotes scenarios of pollution in the air, soil, water, affects various ecosystems, raises the extraction of natural resources, increases operating costs for its management, there is the proliferation of fauna and vectors that put the health of the population at risk. Even if they are aware of the situation, there is still a disarticulation of actions that favor the recovery and recovery of waste through the integration of generators. Therefore, the objective of this research is to design a comprehensive MSW system considering as axes of action: environmental education, clean technologies, process optimization, recovery and valorization logistics, and the generation of co-participation networks. The Historic Center of Cuernavaca, Morelos, Mexico has been chosen as a study site, for its social, environmental and economic relevance, and for the considerable number of people who interact in the place, in addition to having 2 additional characteristics that allow it to be intervened with actions (the declaration of Ecozona (2015), and the conditions of its collection system that can be optimized). Currently we are working on the cognitive phase of the project, which consists of the approach with the economic units (EU), the identification of consumption / waste habits, possible collaborators, recognition of impacts, characterization of MSW, and in the design of the prototype of shredder, the latter is aimed at the proper management of organic waste, through the evaluation of 3 composting systems. The ultimate



goal of the project is to pilot it at the study site, and from the results establish a system that can be adapted to other scenarios (other historical sites, for example).

Keywords: *integral system of MSW; MSW; generators*

1. Introducción

“Toda persona tiene derecho a un ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, y el Estado generará los mecanismos para su realización” (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021). Si bien, México cuenta con un marco regulatorio en materia ambiental, del cual se desprende una serie de reglamentos, leyes y normas que van direccionadas hacia el adecuado manejo de los residuos, la realidad es que en la práctica se presentan diversos desafíos, que generalmente están relacionados con el sistema de recolección. En gran medida este depende de los transportistas, de la infraestructura instalada, del presupuesto asignado y de la topografía del lugar (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2017). Aunado a ello, se suma el reto de la escasa cultura en hábitos de consumo responsable, reutilización, reducción, separación y disposición de residuos generados desde la fuente. A algunos ciudadanos no les interesa el destino final de estos, y contribuyen de esta manera, en forma inconsciente, a un manejo no adecuado de los mismos (Gómez, 2016), ocasionando que se pierdan recursos útiles para la economía, y a su vez, se detonen diversos impactos ambientales negativos que están relacionados con el manejo inadecuado de los residuos. El manejo no solo implica tratarlos, reciclarlos y disponerlos adecuadamente, sino también de generar cambios de hábitos que contribuyan a reducir su generación y envío hacia los rellenos sanitarios. En este sentido, se vuelve inevitable impulsar una reingeniería social, que promueva un compromiso como habitantes de este planeta e impacte en la modificación de la conducta. Para poder cumplir con esta encomienda, se vuelve necesario analizar el espacio físico en el que se va a trabajar, para planificar y establecer las estrategias que serán direccionadas hacia el manejo adecuado de los residuos. El camino por seguir no es fácil, definitivamente es un trabajo colaborativo, que requiere de la participación y suma de esfuerzos de las empresas, la sociedad civil y los diferentes niveles de gobierno (local, estatal, federal).

2. Referentes teóricos

A la acción de producir los residuos se le va a denominar “generación”, y a la persona física o moral que los produce, se le llama “generador”. El concepto de *residuo* se aborda a partir del aprovechamiento y/o consumo de un producto o servicio, que mediante esta acción va a generar ese remanente de elementos que van a ser desechados. Estos elementos pueden encontrarse en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso; y pueden estar representados por una fracción del mismo producto consumido/utilizado, pero también por aquellos envases, recipientes y/o material de embalaje que lo contiene. Por su naturaleza, algunos de los residuos van a ser susceptibles de ser valorizados de manera material y económica, como en el caso de los RSU, mientras que otros, tendrán que sujetarse a un plan de manejo, tratamiento y/o disposición final, como los Residuos de Manejo Especial (RME) o los Residuos Peligrosos (R.P) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018). Dentro de la categoría de los RSU estarán presentes elementos biodegradables



(de origen vegetal o animal), tales como restos de alimentos y productos de podas de jardinería. Papel, cartón, plásticos, vidrio, metales (acero, aluminio, fierro), envases multicapa, pilas y algunos tipos de baterías (alcalinas, carbón-zinc, zinc-aire, litio, níquel-metal hidruro, de ion-litio y litio con polímero), que van a ser originados por actividades domésticas de casa habitación y de cualquier otra actividad dentro de establecimientos (residuos con características domiciliarias), o en la vía pública de los resultantes de la limpieza (SEMARNAT, 2010). En este contexto, desde el año de 1999 la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) les confirió a los municipios la responsabilidad de prestar los servicios de limpia, recolección de RSU, traslado, tratamiento y disposición final (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2021) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018), pero el volumen de generación, su periodicidad y la falta de separación de elementos hace que este derecho y obligación que se le otorga a los municipios, no se logró cubrir apropiadamente. Por ello, como parte de la solución para el manejo adecuado de los residuos, se encuentra la incorporación de los Sistemas de Gestión Integral (SGI), los cuales están fundamentados en el desarrollo sustentable (social, ambiental y económico) y en el modelo de la economía circular (3R: reducir, reutilizar, reciclar) (Cerdá & Khalilova, n.d.); conllevan la articulación e interrelación de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final. Estos sistemas van a responder en rasgos generales a las necesidades y circunstancias de cada localidad (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2018); (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, n.d.).

El objetivo general que se persigue con este proyecto es el diseñar un sistema integral de RSU para el Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, en donde se enfatice como prioridad el manejo adecuado de los residuos orgánicos y considere a su vez, los aspectos de educación ambiental, la optimización de procesos, y la generación de redes de coparticipación. Por consiguiente, en este avance de investigación se presenta parte de la primera fase, conocimiento del sitio de estudio, en el que se muestra cual es la tendencia de generación, manejo y disposición de los residuos desde las UE, y se logra identificar cuáles son las áreas de oportunidad a partir de las prácticas que se desarrollan y de las estrategias que se han direccionado hacia este sitio.

3. Metodología

De manera conjunta el proyecto integra VII fases (ver Figura 1) donde se aborda el área de conocimiento; experimental; de diseño y pilotaje; y de evaluación. Actualmente, el trabajo se está desarrollando en el área de conocimiento, a través de las fases I y II, y se está trabajando en la fase IV, con la propuesta del prototipo de triturador de RSU orgánicos.



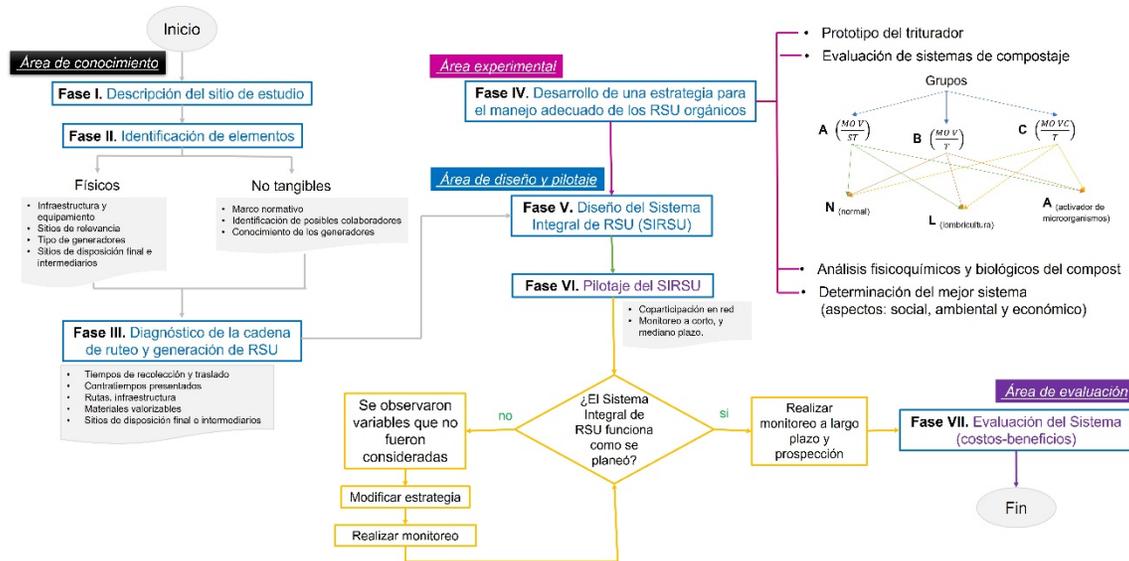


Figura 1. Estrategia metodológica y experimental del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Las fases I y II fueron abordadas a través de la revisión documental, del marco normativo aplicable al sitio de estudio, de sus características fisiográficas, de las estrategias que han sido canalizadas hacia este espacio, del análisis de la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del acercamiento sobre las prácticas de generación, manejo y disposición que se desarrollan en el Centro Histórico, esto a través de la aplicación de un cuestionario exploratorio. El cuestionario integró 14 preguntas y sus complementos, tuvo un tiempo promedio de respuesta de ± 10 min en donde se abordaron cuatro áreas básicas de indagación: (1) datos generales, (2) generación, (3) separación y recolección, (4) actores responsables e identificación de impactos sobre el manejo no adecuado de los residuos; el universo estuvo representado por 2,154 UE tomando como consideración el censo reportado en el DENUE, cuyo levantamiento de información corresponde a la situación en la que se encontraba el Centro Histórico de Cuernavaca, Mor., antes de iniciar el periodo de la pandemia por el Sars-CoV-2 (COVID-19), en este contexto la muestra poblacional establecida por el software Decision Analyst STATS 2.0 fue de 326 UE, considerando el 95% de confiabilidad y un 5% como margen de error. En la propuesta de diseño del prototipo del triturador, se llegó al bosquejo y análisis de la inercia requerida para poner en funcionamiento el sistema de trituración, a través del uso de bicicletas y de la generación de energía cinética. Los resultados obtenidos en esta primera etapa del proyecto se muestran de manera descriptiva y correlacional.

4. Resultados y discusión

Descripción del sitio de estudio. El Centro Histórico de Cuernavaca se encuentra ubicado al norte del Estado de Morelos, México. Por su patrimonio tangible e intangible que datan del siglo XVI al XIX está considerado como una de las zonas de monumentos de esta entidad federativa (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2012). Geográficamente se encuentra delimitado por un perímetro de protección cercano a los 6,731 m lineales, que corresponden a un área de 1,289,824 m², aproximadamente (ver Figura 2), en donde se estima la presencia de 14.57 ha



de áreas verdes (zonas arboladas y de pastos) tanto en la vía pública como al interior del área lotificada (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2018). Cabe resaltar que entre sus límites geográficos se encuentran las barrancas Amanalco y Chiflón de los Caldos, las cuales se ven favorecidas por corrientes de agua que se unen al río Apatlaco. El sitio de estudio alcanza una altitud que va de los 1,457 a los 1,564 msnm, por lo que se verán calles y avenidas con pendientes entre 0 a 15° de inclinación (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2018).

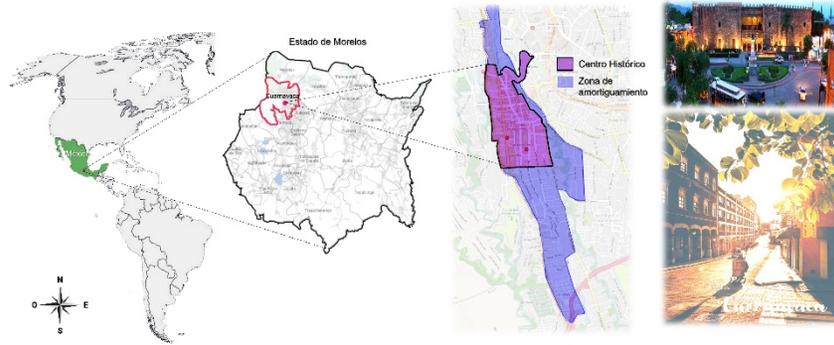


Figura 2. Ubicación geográfica del sitio de estudio. Fuente: Elaboración propia.

La cercanía con la Ciudad de México, su clima y sus atractivos turísticos, han convertido al Centro Histórico de Cuernavaca en un sitio interesante para el desarrollo de actividades económicas, tan es así que en el censo reportado por el INEGI en el año 2020 mostró la presencia de 2,154 UE, en donde destacan como actividades principales el comercio al por menor y la prestación de servicios (INEGI, 2022). En este contexto, la dinámica de interacción social genera mayor cantidad de residuos en comparación con otras áreas de la Ciudad, por estar en mayor medida representada por comercios (Arellano, 2019); (Rosario, 2016). Tan solo en este espacio, se estima que la generación de RSU es de 49 toneladas diarias, cifra que es casi equivalente a lo que genera el municipio de Tepoztlán, Morelos (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2017).

Situación ideal del manejo de los residuos según el reglamento de aseo urbano de Cuernavaca. Dentro de las responsabilidades que deben seguir los generadores es la separación de los residuos sólidos no peligrosos en orgánicos e inorgánicos, los cuales deben ser entregados de forma diferenciada directamente hacia los trabajadores de limpia. Si el peso de la generación de residuos excede los 27.39 Kg se deben transportar por cuenta propia al centro de transferencia o al sitio de disposición final que disponga el Ayuntamiento, o en su caso, contratar el servicio especial de recolección de residuos a domicilio, con el previo pago de derechos en ambos casos. El depositar la basura en la calle amerita una infracción, la cual se incrementa si hay reincidencia. Referente a las obligaciones del sistema de limpia y recolección municipal se encuentra el barrido de las áreas comunes, vialidades y en general de la vía pública, la recolección y transporte de los residuos sólidos no peligrosos; la instalación de contenedores o sistemas de almacenamiento colectivo que previamente se hayan seleccionado con base en las necesidades de la población, debiendo ser diferenciados para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. En el caso de la recolección se debe dar cumplimiento a los programas, rutas, horarios y procedimientos de recolección y transportación de residuos y desechos al sitio de disposición final; deberán anunciar con anticipación la presencia de los vehículos recolectores, a fin de que oportunamente las UE se enteren y

se preparen para la entrega de sus RSU; no se permite ejecutar labores de pepena en vía pública, contenedores, bolsas, recipientes, predios baldíos o vehículos recolectores municipales. (Ayuntamiento Constitucional de Cuernavaca, Morelos, 2008).

Estrategias abordadas. Como parte del diagnóstico primario realizado hacia este espacio, se encuentra la instalación de cuatro contenedores de basura ubicados en el Quiosco, y la circulación de camiones compactadores de recolección mixta, los cuales transitan las calles del Centro Histórico tres veces al día, a fin de dar solución a la demanda de basura que se genera en este espacio. Asimismo, se encuentra la declaratoria de Ecozona desde el año 2015, por lo que se pueden desarrollar acciones que vayan direccionadas hacia la promoción de la salud ambiental (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, 2018). Con esta declaratoria han surgido diferentes campañas sobre el manejo de residuos, como la de "Ecozona ¡cómo te quiero! sin bolsita, sin popote y sin unicel" en el año 2018, seguido en el año 2019 con la de "Centro Cuerna es tu casa", esta derivada de las inquietudes de los comerciantes del primer cuadro de la ciudad, representados por la CANACO (Cámara Nacional de Comercio). Dichos comerciantes tomaron la iniciativa de acercarse a las autoridades correspondientes para solicitar el apoyo referente al tema de la basura en el Centro Histórico. En esta campaña se les dio información y capacitación a los negocios formales y del ambulante sobre cuáles eran sus derechos y obligaciones y se establecieron acuerdos de operatividad del sistema de recolección, a través de itinerarios y del llamado de "tirar la basura" a partir del "toque de campana" de los trabajadores de limpia (Suárez, 2019); (Barberi, 2021), el programa a su vez, venía acompañado de dos etapas más, en donde se veía el patrullaje ambiental y la infracción de \$3,000.- hasta \$8,000.00 (00/100 M.N.) por tirar basura en el espacio público (Haldama, 2020). Posteriormente, en el año 2021 se implementó la campaña "Yo amo Cuernavaca limpia" en donde se dotó de contenedores individuales para todos los negocios establecidos en la Ecozona y áreas colindantes (Suárez, Lanza Villalobos campaña "Yo amo Cuernavaca limpia", 2021); así mismo se impulsó la campaña de "acopio de papel" (Staff Central de Noticias Mx, 2021) y "adiós a los plásticos de un solo uso", (Gobierno del Estado de Morelos, 2022). Cada una de estas iniciativas han tenido su impacto favorable en su momento, sin embargo, no se les ha dado continuidad.

Prácticas observadas en el sitio de estudio. Con respecto a la recopilación de información de las prácticas de consumo, manejo y disposición de RSU desde la perspectiva de los generadores, con un avance muestral del 24% se observa como datos generales que, el 50% de estas UE pertenecen a empresas consolidadas con una antigüedad superior a los 5 años, mientras que el 30% representa a UE de entre 1 y 5 años, el resto corresponde al segmento de reactivación económica post-pandemia, con menos de 1 año. Las personas que laboran en estos núcleos económicos tienen una edad promedio de 36 años, considerando como rango de 17 a 88 años, la mayor parte de ellas son atendidas por hombres, cuya escolaridad es media superior y superior. El sector comercial representa el 53%, seguido de aquellos negocios donde se da la preparación de alimentos y bebidas y alojamiento temporal, con 33%, la prestación de otros servicios corresponde al 12%, mientras que el 2% pertenece a la industria manufacturera. El 80% representa a microempresas, y el resto a pequeños negocios. Con respecto a la generación de residuos, los elementos en común entre todos los sectores es la generación de cartón, plásticos (PET) y desecho sanitario. Los residuos orgánicos a pesar de que son propios de la actividad de preparación de alimentos y bebidas y alojamiento temporal, también se generan en otras UE las cuales no están relacionadas con el



producto/servicio que ofertan, pero si con el consumo personal que realizan. De las 26 UE pertenecientes al sector de alimentos y bebidas y alojamiento temporal, solo el 8% canalizan sus residuos orgánicos para el compostaje privado. El 31% entregan sus residuos separados hacia el sistema de recolección municipal, mientras que el 62% restante, van mezclados con los residuos inorgánicos.

Dentro de las prácticas observadas el 54% de las UE encuestadas, realiza la separación de sus residuos, en especial inorgánicos como el cartón, papel y envases de aluminio, los cuales son aprovechados por personas recolectoras. Dentro de los aspectos por resaltar es precisamente que el porcentaje restante mencionó que antes realizaban la separación de residuos, pero que consideraban que no tenía sentido el hacerlo si el camión recolector los revolvía y compactaba. También existe la falta de conocimiento de como disponer algunos residuos que están produciendo, o a que sitios tienen que ser direccionados, considerando que estos negocios tienen un horario laboral mínimo de 10h, por lo que los puntos de acopio deben de estar dentro o cercanos a la Ecozona. De igual forma, una práctica que se ha hecho recurrente, es la colocación de bolsas de basura en la acera/banqueta, incluso en jardineras, esto ocasionado inicialmente por el desconocimiento de los horarios de la recolección, pero también es a causa de que los trabajadores de las UE no siempre escuchan la campana del camión o nos les da tiempo de ir por su basura y entregarla directamente a los trabajadores de limpia, ante esta situación el acuerdo establecido con ellos, fue la fijación de puntos específicos para la concentración de basura colectiva, principalmente están ubicados en las esquinas de las calles, para facilitar la recuperación de estos elementos en el siguiente turno de la ruta de recolección. Los residuos inorgánicos valorizables económicamente que son dispuestos de esta manera son aprovechados por los recolectores/pepenadores, sin embargo, en la separación que realizan, muchas veces los demás residuos (orgánicos y misceláneos) quedan expuestos directamente en el espacio público (sin bolsa), originando que en tiempos de lluvias y por el grado de inclinación de las pendientes de las calles, estos sean arrastrados por la corriente y terminen taponeando las alcantarillas. Solo el 45% de las UE hicieron énfasis a la entrega de bolsas de basura directamente a los trabajadores de limpia (ver Figura 3). En este contexto el 72% de los encuestados están conscientes de que el manejo de los RSU es responsabilidad de todos (gobierno, empresas y consumidores) y que dentro de los impactos que más relacionan con el manejo inadecuado de estos elementos, se encuentra, en primer lugar, el taponamiento de alcantarillas y posibles inundaciones, seguido en segundo lugar por enfermedades respiratorias y estomacales, y en tercera posición la contaminación del agua. Ubican dentro de la última posición el daño a ecosistemas por la extracción de recursos naturales para la elaboración de nuevos productos, la afectación a fauna e incremento a gastos económicos para el manejo y disposición de los residuos.

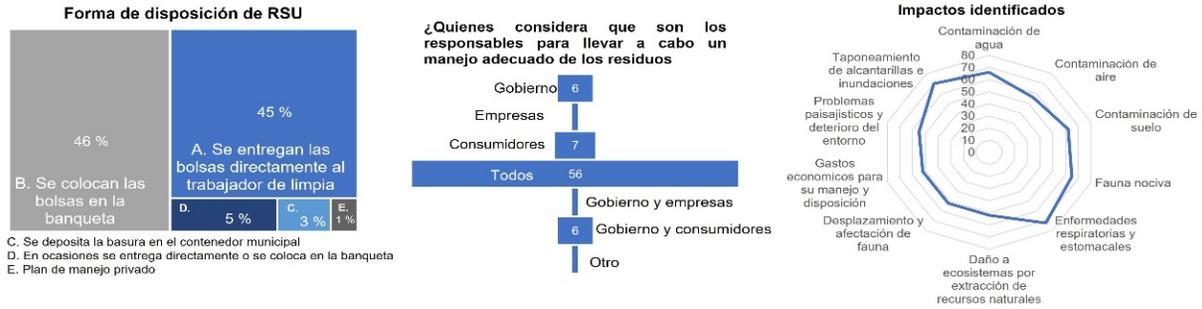


Figura 3. Disposición, responsables e impactos ambientales. Fuente: Elaboración propia.

El 80% de las UE encuestadas dijo estar a favor de participar en las actividades propuestas del Sistema Integral de RSU para el Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, en donde se considera como acciones propias: la minimización, separación y entrega directa de los RSU clasificados al sistema de recolección municipal.

En este primer avance, las estadísticas sobre generación de residuos invitan a repensar la forma en como disponer y tratar a los elementos orgánicos, por el alto impacto ambiental, económico y social que trae consigo. Por ello, parte de la estrategia a desarrollar en el proyecto es la inclusión de un sistema de trituración a partir del uso de bicicletas. Como parte de este análisis primario se presenta la necesidad de incorporar mayor peso inicial en el disco de apoyo, para lograr mantener la energía que requiere el sistema (ver Figura 4).

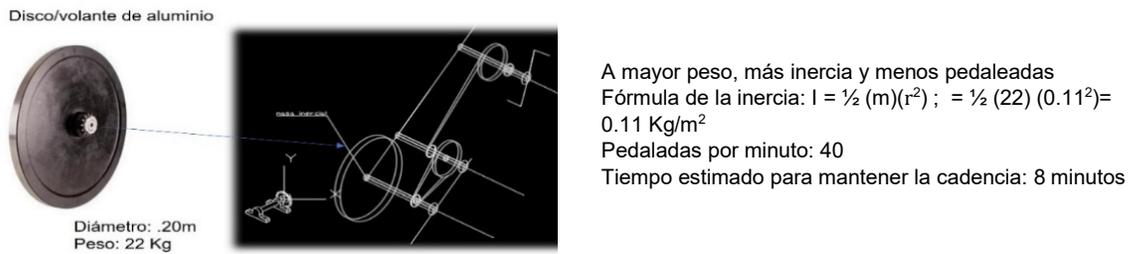


Figura 4. Bosquejo del sistema de generación de energía cinética a través de bicicletas. Fuente: Márquez, A., Nopaltitla, L. y Federico, L.

5. Conclusiones preliminares

Se ha comprobado que hay interés por diversos grupos para llevar a cabo un manejo adecuado de los RSU dentro del Centro Histórico de Cuernavaca, Mor., sin embargo, las campañas e iniciativas que se han llevado a cabo no están proyectadas a largo plazo, restando la oportunidad de que los esfuerzos perduren en el tiempo. Con respecto al servicio de limpia y recolección, el trato es amable, pero la infraestructura que está implementada en el sitio de estudio, y la forma en cómo se lleva a cabo el trabajo de recolección, no es la adecuada y está mostrando cierta incongruencia con lo que está reglamentado, originando que los residuos no sean separados desde la fuente, y estos terminen mezclándose y compactándose entre sí en el camión recolector, además de que trae aparejado la colocación de las bolsas de basura en las calles y avenidas por falta de coordinación

sobre los tiempos y movimientos de su operatividad. Estos puntos de basura podrían migrar en un momento dado hacia la instalación de puntos limpios con la inclusión de contenedores clasificados y modelos de logística combinatorios como lo propone Rossit (2022). Se observó, que los recolectores/pepenadores son una pieza clave en la recuperación de los residuos valorizables, no obstante, la forma en como realizan este trabajo no es el adecuado. También se sabe que el residuo que más se genera es el orgánico, pero no se puede pensar en un sistema único para su manejo, ya que conlleva costos económicos y periodos de procesamiento superiores a los tres meses, por esta razón se requiere de incorporar dentro del Sistema a los residuos inorgánicos valorizables como punto de apalancamiento financiero para el manejo adecuado de estos elementos. En este sentido, el triturador vendrá a funcionar como una herramienta indispensable para que el proceso de compostaje sea en menor tiempo. Un punto a favor es que las UE, en su mayoría, están conscientes de que el manejo adecuado de los RSU involucra una responsabilidad compartida, y tienen presente la asociación de los diversos impactos ambientales, sociales y económicos que conlleva, por lo que están en la mejor disposición de participar dentro del Sistema Integral de RSU propuesto.

Finalmente, agradecemos la participación del Ing. Abel Ramón Márquez Carreto y de los alumnos de la FCQel y Facultad de Psicología de la UAEM: Óscar Flores Sáenz, Luis Antonio Nopaltitla Verduzco, Luis Mario Federico Alcántar y Yahaira Román Flores en los trabajos de campo.

6. Referencias

Artículos de revista

- Cerdá, E., & Khalilova, A. (n.d.). Economía circular. *Economía circular, estrategia y competitividad empresarial*, pp.11-20.

Documentos y disertaciones

- Ayuntamiento Constitucional de Cuernavaca, Morelos. (2008). *Reglamento de Aseo Urbano del Municipio de Cuernavaca*.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)*. Gobierno de México.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*.
- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2012). *Reglamento de la Zona de Monumentos Denominada Centro Histórico de la Ciudad de Cuernavaca, Morelos*. Periódico Oficial Tierra y Libertad.
- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2017). *Estrategia para la Gestión Integral de los Residuos del Estado de Morelos*. Gobierno del Estado de Morelos.
- Gómez, J. (2016). *Análisis de caso sobre problemas ambientales de los residuos sólidos urbanos en Villa Jardín, partido de Lanús provincia de Buenos Aires*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina.
- Rosario, R. (2016). *Manejo de residuos sólidos urbanos para la prevención de daños a la salud en el municipio de Cuernavaca, Morelos*. Cuernavaca, Morelos: Instituto Nacional de Salud Pública.
- SEMARNAT. (2010). *Directorio de Centros de acopio de materiales provenientes de residuos en México 2010*. Gobierno Federal de México.



- Universidad Autónoma del Estado de Morelos. (2018). *Programa de manejo para la implementación de la Ecozona de Cuernavaca (Centro), Morelos.*

Periódicos e informes

- Barberi, C. (2021 de noviembre de 2021). Presenta Gobierno de Cuernavaca la campaña "Adiós a los plásticos de un solo uso". *Noticias de Morelos (NDM).*
- Gobierno del Estado de Morelos. (2022). *Todo Morelos dice adiós a los plásticos de un solo uso.* Cuernavaca, Morelos: Portal electrónico del Gobierno del Estado de Morelos.
- Haldama. (1 de enero de 2020). ¿Te gusta tirar basura en la calle? Esto deberás pagar por multa en Cuernavaca. *Noticias en Diario de Morelos.*
- Staff Central de Noticias Mx. (11 de febrero de 2021). Arranca Ayuntamiento de Cuernavaca programa de acopio de papel 2021. *Central de Noticias.*
- Suárez, G. (7 de octubre de 2019). Suman esfuerzos para limpiar Centro Histórico. *El Regional.*
- Suárez, G. (8 de febrero de 2021). Lanza Villalobos campaña "Yo amo Cuernavaca limpia". *El Regional.*

Fuentes electrónicas

- INEGI. (2022). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE).* Obtenido de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI): <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (n.d.). *Etapas de la gestión integral de residuos sólidos urbanos.* Obtenido de Argentina.gov.ar: <https://www.argentina.gov.ar/ambiente/control/rsu/etapas#:~:text=La%20gesti%C3%B3n%20integral%20es%20un%20sistema%20de%20manejo,reducci%C3%B3n%20de%20los%20residuos%20enviados%20a%20disposici%C3%B3n%20final>

Conferencia virtual

- Rossit, D. (3 de junio de 2022). Logística en la gestión de residuos sólidos en las ciudades: aplicación de modelos de optimización combinatoria para mejorar el proceso de toma de decisiones. Cuernavaca, Morelos, México.

Sobre los Autores

- **Arce García Ivonne Yazmín**, estudiante de Doctorado en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables (DIATS), de la FCQel, UAEM, yazmin.arcegrc@uaem.edu.mx
- **Torres Salazar María del Carmen**, Profesora Investigadora de Tiempo Completo (PITC) de la FCQel, UAEM, maria.torres@uaem.mx
- **Vera Dimas José Gerardo**, PITC de la FCQel, UAEM, gvera@uaem.mx
- **Saldarriaga Noreña Hugo Albeiro**, PITC del CIQ, UAEM, hsaldarriaga@uaem.mx
- **León Hernández Viridiana Aydeé**, PITC de la FCQel, UAEM, vleon@uaem.mx
- **Peralta Abarca Jesús del Carmen**, PITC de la FCQel, UAEM, carmen.peralta@uaem.mx



Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

